

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-128549

(43)Date of publication of application : 09.05.2000

(51)Int.Cl.

C03B 5/235

B01D 19/00

C03B 5/225

(21)Application number : 10-299602

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1998

(72)Inventor : KAWAGUCHI TOSHIYASU  
OKADA MISAO  
OBAYASHI KOJI

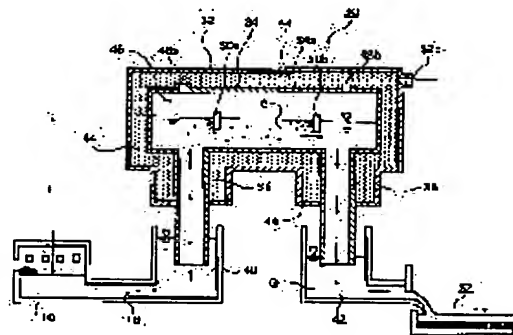
## (54) PRODUCTION OF GLASS, USING VACUUM DEFOAMING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable effective vacuum defoaming of a high flow rate of the molten glass even when the degree of vacuum is lowered in order to reduce the difference of liquid surface levels between a melting furnace and a vacuum defoaming vessel by providing the production process with a melting stage for mixing fuel with gaseous oxygen to combust the fuel-oxygen mixture and to melt a glass raw material by the generated heat of combustion, a vacuum defoaming stage and a forming stage for forming the defoamed molten glass into glass articles.

SOLUTION: In the above vacuum defoaming stage of this production process, the pressure is preferably 0.1 to 0.5 atm. Also, by mixing gaseous oxygen with a natural gas and combusting the resulting mixture, the gaseous combustion product contains water and carbon dioxide in amounts about 3.5 times as much as the amounts of those in the gaseous combustion product when an air-natural gas mixture is combusted and accordingly,

comparatively large amounts of water and carbon dioxide are dissolved in molten glass G. Since the amount of dissolved water is sufficiently large, a sufficient defoaming effect is obtained under a 0.1 atm pressure, to lower the lifting height of the vacuum defoaming vessel 34 and to solve problems with respect to a similar larger defoaming device. Further, the molten glass G is transmitted to the vacuum defoaming device 30. The vacuum defoaming vessel 34 is placed in a vacuum housing 32 and a riser pipe 36 and a downcomer pipe 38 are placed on the sides of the both ends of the vacuum defoaming vessel 34 respectively and the molten glass G after the defoaming treatment is introduced into a float bath 52.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】燃料を酸素ガスと混合して燃焼させ、得られた燃焼熱によってガラス原料を溶解する溶解工程と、この溶解工程で得られた熔融ガラスを減圧して脱泡する減圧脱泡工程と、

この減圧脱泡工程で得られた脱泡熔融ガラスをガラス製品に成形する成形工程とを有することを特徴とする減圧脱泡によるガラスの製造方法。

【請求項 2】前記減圧脱泡工程における圧力が、0.1～0.5 気圧である請求項 1 に記載の減圧脱泡によるガラスの製造方法。

【請求項 3】燃料を酸素ガスと混合して燃焼させ、得られた燃焼熱によってガラス原料を溶解する溶解工程と、この溶解工程で得られた水と二酸化炭素を多く含有する熔融ガラスを減圧して、少なくとも熔融ガラス中に含まれる水と二酸化炭素を除去する減圧脱泡工程と、この減圧脱泡工程で得られた脱泡熔融ガラスを成形する成形工程とを有することを特徴とする減圧脱泡によるガラスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス原料を溶解した熔融ガラスから気泡を除去してガラス製品に成形する減圧脱泡によるガラスの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、ガラスを製造する方法は、原材料を熔融して熔融ガラスを得る溶解工程、熔融ガラス内の気泡を除去し熔融ガラスを清澄する清澄工程、熔融ガラスを所定のガラス製品の形状に成形する成形工程およびガラスの内部歪みを除去しつつ徐々に冷却する徐冷工程により構成される。特に、気泡の混入しない高品質なガラス製品を製造するためには、これらの工程の中で、溶解工程および清澄工程が、重要な工程となる。

【0003】溶解工程は、珪砂、石灰石やソーダ灰等の原材料を最終ガラス製品の組成に合わせて調合、混合されたバッチを溶解炉に投入し、ガラスの種類に応じて約 1400℃以上に加熱熔融して熔融ガラスを得る工程である。例えば、公知の溶解炉内に炉の一端からバッチを投入し、重油を燃焼して得られる火炎をこの投入したバッチに吹きつけて、また、天然ガスを空気と混合して燃焼して得られる火炎を吹きつけて、約 1550℃以上に加熱してバッチを溶かすことによって熔融ガラスを得る。また、場合によっては、公知の電気溶解炉を用いて熔融ガラスを得る。

【0004】清澄工程は、得られた熔融ガラスから熔融ガラス内に混入する気泡を除去して熔融ガラスを清澄する工程である。例えば清澄剤として硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 等をバッチ内に予め 0.1～0.5 重量% 添加し、溶解工程で得られた熔融ガラスを所定温度に所定時間維持することで、清澄剤によって熔融ガラス内の

気泡を成長させて浮上させて除去する方法が知られている。

【0005】また、その他の方法として、本出願人が特開平 2-221129 号公報に開示している減圧脱泡装置によって行われる減圧脱泡方法が挙げられる。この方法は、減圧雰囲気下、熔融ガラス内の気泡を大きく成長させて熔融ガラス内に含まれる気泡を浮上させ破泡して除去するものであり、減圧脱泡装置によって実施される。

10 【0006】しかし、前記減圧脱泡方法は、熔融ガラス内に混入する気泡を効果的に除去することができるものの、1200～1400℃の熔融ガラスと接触する減圧脱泡装置の接触面は、1200～1400℃の高温にもある程度耐えることができ、かつ熔融ガラスと反応しない高価な白金合金等を利用しなければならず、そのため、コストの面から大型の減圧脱泡装置によって大流量の熔融ガラスを減圧脱泡処理することはできないといった問題があった。気泡の混入の許されない光学系ガラス製品等は製造量はそれほど多くないため、白金合金等を利用した小型の減圧脱泡装置を用いれば十分であり、従来問題とならなかった。

20 【0007】しかし、最近では、建築用や自動車用の廉価なガラスのように大量生産するものにおいても、脱泡効率の高い減圧脱泡方法で清澄工程を行うことが求められるようになってきたが、このような大量生産が必要とされるガラス製品に対して小型の減圧脱泡装置を用いて製造することは困難であった。その結果、大型の減圧脱泡装置を利用することが望まれてきた。また、減圧脱泡装置は、減圧雰囲気下で熔融ガラス内に含まれる気泡を成長させて大きくするものであるため、減圧度（前記減圧雰囲気圧の圧力と大気圧の差）に対応して、減圧脱泡する減圧脱泡槽内の熔融ガラスの液面は、溶解工程における熔融ガラスの自由液面に比べて高い位置にあり、前記自由液面から例えば 3.5m の高さに位置する場合がある。このような場合、この液面の高さに合わせて減圧脱泡槽も吊り上げなければならない。小型の減圧脱泡装置では、減圧脱泡槽も小さいため、減圧脱泡槽を吊り上げて前記自由液面から例えば 3.5m の高さに減圧脱泡槽内の熔融ガラスの液面レベルを維持することはそれほど困難ではない。しかし、大型の減圧脱泡装置では、減圧脱泡槽も大きくなり、減圧脱泡槽を例えば 3.5m も吊り上げ、場合によっては減圧度に応じてその高さを変えることができるようにするため、巨大な設備が必要となる。

30 【0008】一方、減圧度を下げて上記液面のレベル差を小さくすることもできるが、その場合減圧脱泡効果を一定に確保するためには、減圧脱泡槽を長くして熔融ガラスが減圧脱泡槽内を通過する時間を長くする必要があり、大流量の熔融ガラスを脱泡処理する大型の減圧脱泡装置において減圧脱泡槽を長くしなければならない。そ

のため、大型の減圧脱泡装置を長手方向に伸ばして一層大型化することになり、たとえ減圧脱泡槽の吊り上げ高さを抑えたとしても、長手方向に巨大な吊り上げ設備が必要となる。

【0009】このような巨大な吊り上げ設備が必要となる問題に対して、特開平5-262530号公報では、熔融ガラスを減圧脱泡槽に導入する上昇管内にスクリーンを設けて、これを回転することにより上昇する熔融ガラスの流れに抵抗を与え、一方熔融ガラスを減圧脱泡槽から導出する下降管内にスクリーンを設けて、これを回転することにより下降する熔融ガラスの流れを加速させることで、上記液面のレベル差を抑える減圧脱泡方法およびその装置について提案している。つまり、この方法および装置を用いることで、減圧度を下げることなく上記レベル差を小さくすることができるのである。また、特開平7-291635号公報では、減圧脱泡槽へ導入する熔融ガラスの流路の断面積をロッドを用いて制御することで、熔融ガラスの流量を制御することのできる減圧脱泡方法について提案している。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】これらの従来技術を用いることで、熔融ガラスの流量を制御して溶解工程が行われる溶解炉と減圧脱泡槽の液面のレベルの差を抑え、作業性を向上することができるものの、熔融ガラスの減圧度等の処理条件に応じてスクリーンやロッドを適切に制御しなければならず、スクリーンやロッドを適切に制御する装置を、減圧脱泡装置内に据えつけるスペースを作り、そこに組み込むのは困難であるといった問題があった。

【0011】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消し、大型の減圧脱泡装置において、たとえ溶解炉と減圧脱泡槽の液面レベルの差を小さくするために減圧度を下げても、効果的に大流量の熔融ガラスを減圧脱泡できるガラスの製造方法を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、燃料を酸素ガスと混合して燃焼させ、得られた燃焼熱によってガラス原料を溶解する溶解工程と、この溶解工程で得られた熔融ガラスを減圧して脱泡する減圧脱泡工程と、この減圧脱泡工程で得られた脱泡熔融ガラスをガラス製品に成形する成形工程とを有することを特徴とする減圧脱泡によるガラスの製造方法を提供するものである。ここで、前記減圧脱泡工程における圧力は、0.1～0.5気圧であることが好ましい。

【0013】また、本発明は、燃料を酸素ガスと混合して燃焼させ、得られた燃焼熱によってガラス原料を溶解する溶解工程と、この溶解工程で得られた水と二酸化炭素を多く含有する熔融ガラスを減圧して、少なくとも熔融ガラス中に含まれる水と二酸化炭素を除去する減圧脱泡工程と、この減圧脱泡工程で得られた脱泡熔融ガラス

を成形する成形工程とを有することを特徴とする減圧脱泡によるガラスの製造方法を提供するものである。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】本発明でいう酸素ガスとは、酸素含有率が99体積%以上のガスをいう。また、本発明でいう「燃料を酸素ガスと混合」とは、燃料燃焼用の酸素の一部が酸素ガスにより供給される場合を含む。以下、本発明の減圧脱泡によるガラスの製造方法について、この方法の特徴的な工程である溶解工程および減圧脱泡工程を中心に詳細に説明する。

【0015】溶解工程は、一例として図1に示される溶解炉10において実施される。図1に示される溶解炉10は、最終製品であるガラスの種類に応じて原料を混合したバッチBを約1550℃以上の高温で熔融する炉である。溶解炉10は、耐火物製炉材で組まれ熔融ガラスGを満たす溶解槽20、天井22および燃焼用バーナー用ポート（以下、単にポートという。）12を有する。天井22は、バッチBを熱によって溶かす溶解槽空間10sを形成するために溶解炉10の上部全体を覆うものである。ポート12は、バッチBを熔融するための酸素ガスを混合した天然ガスによるバーナーが出口直前に設置され、バーナーの火炎によってバッチBを熔融することのできる加熱口であり、溶解槽上部空間10sの側面に設けられる。また、ポート12は、熔融ガラスGの流れる方向に沿って左右に各4カ所設けられており、バッチBが前進しつつ、ポート12から放出される火炎による熱放射あるいは伝熱によって徐々に熔融されるようになっている。なお、溶解炉10では天然ガスを酸素ガスと混合して燃焼させているが、重油等の燃料油を酸素ガスと混合して燃焼させてもよい。

【0016】このような溶解炉10では、最終製品であるガラスの種類に応じて原料を混合したバッチBをバッチ投入口14より投入機（図示せず）を用いて投入する。投入されたバッチBは熔融ガラスG上に原料山16を形成し、前進しつつ、ポート12の出口直前で酸素ガスと混合された天然ガスがバーナーで燃焼される際に得られる高温の火炎によって、バッチBは約1550℃以上に加熱され、徐々に熔融され、水（H<sub>2</sub>O）を十分に含んだ熔融ガラスGが得られる。

【0017】天然ガスと酸素ガスとを混合して得られる燃焼後の気体には、天然ガスと空気とを混合して得られる燃焼後の気体に比べて、約3.5倍の水（H<sub>2</sub>O）や二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を含む。すなわち、溶解炉10において、酸素ガスを天然ガスに混合してバーナーを用いて燃焼させることで、従来の方法である天然ガスと空気とを混合して燃焼させる場合に比べて、溶解槽上部空間10sには約3.5倍の水（H<sub>2</sub>O）および二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）が含まれている。溶解槽上部空間10sは燃焼ガス空間であり、水（H<sub>2</sub>O）、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）等のガスで充満さ

れ、これらのガスは熔融ガラスG内の溶存する各々のガス成分と平衡状態を保っている。酸素ガスを天然ガスに混合してバーナーを用いて燃焼させることにより、約3.5倍の含有量を有する水(H<sub>2</sub>O)や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を含むガスが熔融ガラスGと平衡を保つ状況となっている。そのため、天然ガスに酸素ガスを混合燃焼して溶解した熔融ガラスGには、天然ガスを空気と混合して燃焼した場合に比べて、熔融ガラスG内に溶存する水(H<sub>2</sub>O)および二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の量も多くなる。

【0018】以下では、水(H<sub>2</sub>O)の溶存に関するのみ記載するが、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)についても同様である。このように水(H<sub>2</sub>O)の溶存量を十分に大きくするには、燃料を酸素ガスとのみ混合して燃焼させればよいが、酸素ガスに空気を混ぜて混合比率を変えることにより、水(H<sub>2</sub>O)の溶存量を変化させることもできる。すなわち、必要とされる水(H<sub>2</sub>O)の溶存量に応じて酸素ガスと空気の混合比率を変化させればよい。それゆえ、熔融ガラスの種類に応じて、また、熔融ガラス内に許される気泡の混入許容範囲に応じて、酸素ガスと空気の混合比率を変化させ効率よく減圧脱泡処理することが好ましい。

【0019】水(H<sub>2</sub>O)が十分に溶存した熔融ガラスGは、溶解炉10の原料投入口14の反対側の溶解炉10の底付近に設けられたスロート18を通じて、図2に示される減圧脱泡装置脱泡装置30に連通される。

【0020】図2に示す減圧脱泡装置30は、溶解炉10で得られた水(H<sub>2</sub>O)が十分に溶存する熔融ガラスGを減圧脱泡処理して、次の処理槽に連続的に供給するプロセスに用いられるものであって、真空吸引されている。減圧ハウジング32内に水平に減圧脱泡槽34が収納配置され、その両端に垂直に取り付けられる上昇管36および下降管38が収納配置されている。上昇管36、減圧脱泡槽34および下降管38は、1200~1400℃の高温でも熔融ガラスGとの反応性が低く、熔融ガラスGとの反応による不均質化を生じさせることがない耐火物製炉材によって構成され、大型の減圧脱泡装置を実現している。

【0021】上昇管36は、減圧脱泡槽34に連通しており、スロート18を通して溶解炉10から上流案内ピット40に流れ込んだ脱泡処理前の熔融ガラスGを上昇させて減圧脱泡槽34に導入する。下降管38は、減圧脱泡槽34に連通し、脱泡処理後の熔融ガラスGを減圧脱泡槽34から下降させて、下流案内ピット42に溜め、さらに次の成形工程であるフロートバス52に導出する。また、減圧ハウジング32内の減圧脱泡槽34、上昇管36および下降管38の周囲には、これらを断熱被覆する断熱用レンガなどの断熱材44が配設されている。なお、減圧ハウジング32は、金属製、例えばステンレス製であり、外部から真空ポンプ(図示せず)等に

よって真空吸引され、内部が減圧され、内設される減圧脱泡槽34内を所定の減圧状態に維持する。ここで、所定の減圧状態の圧力として、0.1~0.5気圧であることが好ましい。

【0022】従来、熔融ガラスを減圧脱泡するには、例えば0.1気圧以下、場合によっては、1/20気圧程度まで減圧して脱泡しなければならなかったが、本発明では、水(H<sub>2</sub>O)の溶存量が十分に大きいため、圧力が0.1気圧以上の減圧雰囲気下でも同一の減圧脱泡効果をを得ることができ、しかも圧力を0.1気圧以上とすることで、以下で述べるように、大型の減圧脱泡槽の吊り上げ高さも低くなり、吊り上げ設備の大型化の問題も解決することができる。ただし、減圧状態の圧力が0.5気圧を超えると、所望の減圧脱泡効果が得られなくなる。

【0023】このような減圧脱泡装置30は、運転を開始するに先立って、流路46を予め加熱し、溶解槽10内の熔融ガラスGを減圧脱泡装置30内に導入し、すなわち、図示しないバイパスを開放して上流案内ピット40から下流案内ピット42内に導入し、上昇管36および下降管38の両下端部を熔融ガラスG中に浸漬する。浸漬完了後、図示しない真空ポンプを作動して、減圧ハウジング32内を吸引口32cから真空引きして、従って減圧脱泡槽34内を吸引口48aおよび48bから真空引きして、減圧脱泡槽34内を所定の圧力に減圧する。その結果、熔融ガラスGが上昇管36および下降管38内を上昇し、減圧脱泡槽34内に導入され、溶解炉10と減圧脱泡槽34との熔融ガラスGのレベル差Hが所定値となるように、減圧脱泡槽34内に所定の深さまで満たされ、真空引きされた上部空間34sが形成される。この後に、バイパスが閉止される。なお、この上部空間34sは、熔融ガラスG内から浮上して破泡した気体が吸引されるために必要な空間である。減圧脱泡槽34内を熔融ガラスGで一杯に充たさないために、あるいは、熔融ガラスGを減圧脱泡槽34からあふれさせないために、減圧吸引する減圧脱泡槽34は所定の高さに吊り上げる必要があるが、本発明によって減圧脱泡槽34内の圧力を0.1気圧以上とすることで、その高さを抑えることができる。

【0024】この後、熔融ガラスGは、上流案内ピット40から上昇管36内を上昇して、減圧脱泡槽34内に導入される。そして熔融ガラスGは、減圧脱泡槽34内を流れる間に、所定の減圧条件下で脱泡処理される。すなわち、所定の減圧条件下の減圧脱泡槽34内において、熔融ガラスG中の気泡は、熔融ガラスG中を浮上し、バリヤ50aおよび50bに堰止められて破泡し、また、上部空間34sまで浮上して、破泡する。こうして、熔融ガラスG中から気泡が除去される。このように熔融ガラスGが減圧脱泡槽34を通過する時間内に、気泡を熔融ガラスG内を浮上させて破泡させる必要がある

ため、減圧脱泡槽34は、熔融ガラスGの粘度や、減圧度、熔融ガラスGの流れる速度等の各種パラメータによって定まる所定の長さを必要とする。脱泡処理された熔融ガラスGは、減圧脱泡槽34内から下降管38に導出され、下降管38内を下降して下流案内ピット42内に導入され、下流案内ピット42から、次工程の成形処理工程設備であるフロートバス52に導出される。なお、本発明において成形工程はフロート成形に限られず、その他の成形方法であってもよい。

【0025】従来においては、バッチBの段階で清澄剤、例えば、硫酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )等を少量混合添加した熔融ガラスを減圧脱泡槽34を通過させる間に、減圧脱泡槽34で熔融ガラス内の気泡を成長させて浮上させ減圧脱泡することで、清澄してきた。しかし、この従来の方法では、上述したように、溶解炉10の液面高さと減圧脱泡槽34の液面高さのレベル差Hの場合によっては3.5mにしなければならず、大型の減圧脱泡装置において大型の吊り上げ設備の確保に問題があった。

【0026】しかし、後述する実施例で示されるように、天然ガスと酸素ガスの混合燃焼によって得られる水( $\text{H}_2\text{O}$ )を十分に溶存した熔融ガラスGの減圧脱泡処理は、従来の溶解工程による天然ガスと空気を混合燃焼して得られる水( $\text{H}_2\text{O}$ )の溶存量の少ない熔融ガラスの減圧脱泡処理に比べて、熔融ガラスG内の気泡を除去し易く、減圧脱泡効果を向上させることができる。その結果、減圧脱泡処理の圧力を高くしても、同一の減圧脱泡効果を保つことができ、減圧脱泡処理された熔融ガラスG内に混入される気泡の量を一定に保つことができる。つまり、水( $\text{H}_2\text{O}$ )を十分に溶存する熔融ガラスGは、減圧脱泡槽14の内部の圧力を、従来の圧力より高くしても、熔融ガラスG内の気泡の混入を許容範囲内に抑えることができ、溶解炉10と減圧脱泡槽34の熔融ガラスGの液面高さのレベル差Hを小さくして減圧脱泡処理を効果的に行うことができる。勿論、水( $\text{H}_2\text{O}$ )を十分に溶存した熔融ガラスGを減圧脱泡するにあたって、減圧脱泡槽14内の圧力を0.1気圧より低くしても、減圧脱泡処理を行うことができるが、0.1気圧より高い圧力で減圧脱泡処理をすることができるため、溶解炉10と減圧脱泡槽34の液面の高さのレベル差Hを例えば1~2mにすることができ、大型の減圧脱泡装置30において従来必要であった巨大な吊り上げ設備を必要としない。

【0027】このように、熔融ガラスG内の水( $\text{H}_2\text{O}$ )の溶存量を従来より多くすることで、熔融ガラスGの減圧脱泡処理が優れた効果が得られるのは、以下のように説明される。熔融ガラスGが減圧脱泡槽34を流れる間に減圧脱泡される気泡には、バッチBに起因した気泡、溶解槽20の炉材として用いられた耐火物に起因した気泡および溶解工程で含まれる気泡がある。バッチ

に起因した気泡は、例えばガラス原料に不純物として含まれた炭化物や窒化物が酸化されることによって、耐火物に起因した気泡は、耐火物製炉材の表面に存在する還元状態にある炭素や窒素が酸化されることによって、また、耐火物製炉材内部の気孔であって製造段階で不可避免的に存在するガスで満たされた気孔が炉材侵蝕によって炉材表面に現れ、気孔内のガスが熔融ガラスGに放出されることによって、また、溶解工程で含まれる気泡は、溶解ガラス中に空気が巻き込まれることによってそれぞれ発生する。

【0028】これら気泡は、熔融ガラス内では約0.1~0.2mm程度の小さい気泡であるものの、そのまま最終製品となった場合、視認することができ、許容範囲以上の気泡の混入は欠陥品とされ、特に窓ガラス等の透過性を問題にするガラス製品では気泡の混入は許されない。そのため、清澄剤の作用によって気泡を成長させて浮上破泡させて気泡を除去し、さらに清澄剤で除去できない気泡を減圧脱泡槽34内で減圧することで成長させ、この成長した気泡を熔融ガラス内から浮上、破泡させて気体を吸引して脱泡するのであるが、気泡の成長が十分でない場合や新たに減圧脱泡槽34内で発生した気泡は減圧脱泡槽34内で十分に脱泡されず、熔融ガラス内に気泡を混入したまま次の成形工程に送られる。

【0029】しかし、十分な水( $\text{H}_2\text{O}$ )を溶存する熔融ガラスGの場合、減圧脱泡槽34内では、水( $\text{H}_2\text{O}$ )は気泡となって活発に熔融ガラスG内を浮上し、熔融ガラスGから気体となって上部空間34sに放出されるが、この水( $\text{H}_2\text{O}$ )の気泡の活発な浮上は、熔融ガラスG内の気泡の浮上を促進する。また、熔融ガラスG内を浮上させるには小さ過ぎる気泡に水( $\text{H}_2\text{O}$ )が入って気泡の成長を促進して気泡の浮上を促進し、その結果短時間で熔融ガラスG内から気泡を脱泡することができる。

【0030】このように、本発明では従来の熔融方法で得られる熔融ガラスに比べて、減圧脱泡工程時における圧力を高くしても効果的に減圧脱泡することができるので、大流量の熔融ガラスを処理する大型の減圧脱泡装置の場合、溶解炉10と減圧脱泡槽34の液面のレベル差Hを小さくして、減圧脱泡処理することができ、また、減圧脱泡工程時における圧力を一定とする場合には、熔融ガラスGが減圧脱泡槽34を通過する時間を短くすることができるので、減圧脱泡槽34の長さを短くすることができ、大流量の熔融ガラスGを処理する実用的な減圧脱泡装置を構築することが可能となる。

【0031】

【実施例】以下、本発明の熔融ガラスの減圧脱泡方法の実施例を示し、本発明をより具体的に説明する。

(実施例1) ガラス組成が、 $\text{SiO}_2$  60重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  16重量%、 $\text{B}_2\text{O}_3$  9重量%、 $\text{MgO}$  3重量%、 $\text{SrO}$  8重量%、 $\text{CaO}$  4重量%、 $\text{ClO}_2$  2重量

10

20

30

40

50



%となるバッチを白金るつぼで3種類の方法によって溶解して熔融ガラスを得た。

- 1、公知の電気炉を用いて電気加熱する電気炉加熱法
- 2、天然ガスに空気を混合して燃焼する天然ガス-空気燃焼法
- 3、天然ガスに酸素ガスのみを混合して燃焼する天然ガス-酸素燃焼法

熔融ガラスは、1530℃で1時間バッチを溶解して得た。得られた熔融ガラスに溶存するガス量は、公知のTG-MS法 (Thermogravimetric Mass Spectrometric Analysis) を用い、昇温加熱分析により、比較測定した。測定結果は、表1に示す。その数値は、1000℃以上で発生するガスの総和量を、電気炉加熱法によって得られるガス総和量を1.0とした相対値で表している。なお、窒素 (N<sub>2</sub>) ガス、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) ガスやハロゲンガス等の水 (H<sub>2</sub>O) および二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 以外のガスは「その他」としてまとめた。また、得られた熔融ガラスは、直ちに図3に示される減圧脱泡試験機60内の加熱炉74内に移され、-10mmHg/分の速度で加熱炉74内を減圧し、その際発生する気泡が5mm以上となって加熱炉74内の白金るつぼ62の上部にたまる時の圧力を減圧圧力と定義し、減圧圧力

を求めた。すなわち、同一量の気泡を発生させるのに必要な圧力を求め、この圧力が高いほど、減圧しなくても気泡を発生させ効率よく脱泡させることができることを意味している。ここで用いられる減圧脱泡試験機60は、図3に示されるように、真空ポンプ64によって減圧を可能とし、減圧圧力を測定するマノメータ66と減圧を解除するリリースバルブ68とを有する減圧チャンバ70、減圧チャンバ70内に配置され、試験の対象とされる熔融ガラスを白金るつぼ62に収めて雰囲気温度を制御する加熱ヒータ72を有する加熱炉74とから構成される。また、白金るつぼ62内の気泡発生状況を観察するために、減圧チャンバ70には石英ガラス窓75が設けられ、この石英ガラス窓75より、光源76からミラー78aを介して白金るつぼ62内の熔融ガラスに光を当て、一方ミラー78bを介して熔融ガラスの気泡発生状況をCCDカメラ80に収め、画像をビデオレコーダ82に記録し、必要に応じてビデオプリンタ84に出力し、また、コンピュータ86に転送して画像処理を行うことができる。この減圧脱泡試験機60を用いて得られる溶存ガス量と減圧圧力についてその結果を示す。

【0032】

表 1

熔融方法	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	その他	減圧圧力 (atm)
電気炉加熱法	1	1	1	0.05
天然ガス-空気燃焼法	1.8	3	0	0.11
天然ガス-酸素燃焼法	2	3.5	0.3	0.20

【0033】 (実施例2) 実施例1と異なる組成のガラス (SiO<sub>2</sub>: 61重量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 2重量%、Na<sub>2</sub>O: 8重量%、K<sub>2</sub>O: 7重量%、BaO: 9重量%、SrO: 8重量%、CaO: 2重量%、ZrO<sub>2</sub>: 3重量%、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0.2重量%) について電気炉加熱法および天然ガス-酸素燃焼法によって熔融ガラスを得、実施例1と同様に溶存ガス量と減圧脱泡試験機60による減圧圧力を求めた。結果を表2に示す。

表 2

バッチ熔融法	H <sub>2</sub> O	減圧圧力 (atm)
電気炉加熱法	1	0.08
天然ガス-酸素燃焼法	2.3	0.21

【0034】 (結果) 天然ガス-酸素燃焼法によって得られた熔融ガラスに溶存する水 (H<sub>2</sub>O) の量は、電気炉加熱法および天然ガス-空気燃焼法によって得られる熔融ガラス内に溶存する水 (H<sub>2</sub>O) の量に比べて実施例1および実施例2のいずれにおいても大きく、その結

果、減圧脱泡試験機60で得られる減圧圧力は大きく、高い減圧圧力でも減圧脱泡が可能であることがわかる。また、上記実施例2の方法で得られた熔融ガラスを減圧脱泡装置30を用いて、1トン/dayの処理速度で連続的に処理した結果、天然ガス-酸素燃焼法によって得

られた熔融ガラスは0.28～0.3気圧の圧力下で減圧脱泡処理しても気泡はすべて脱泡でき、気泡の混入しないガラスを生産することができた。一方、従来の電気炉加熱法では、約1mm以上の気泡が10個/kg以上残存した。従って、本発明の効果は明らかである。

【0035】以上、本発明の熔融ガラスの減圧脱泡方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。

#### 【0036】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、燃料を酸素ガスと混合して燃焼させ、得られた燃焼熱によってガラス原料を溶解した熔融ガラスを減圧して脱泡することによって、減圧脱泡効果を向上させることができ、気泡の混入しないガラスの製造を容易にし、また大型の減圧脱泡装置において、従来問題となっていた減圧脱泡槽の吊り上げ高さを抑えることができ、大流量の熔融ガラスを効果的かつ実用的に減圧脱泡してガラスを製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を実施する溶解炉の一例を示す概略断面図である。

【図2】 本発明を実施する溶解炉とそれに連通した減圧脱泡装置の一例を示す概略断面図である。

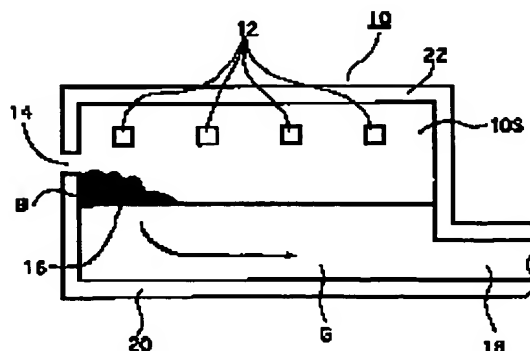
【図3】 熔融ガラスの減圧圧力を評価する減圧脱泡試験機概念図である。

#### 【符号の説明】

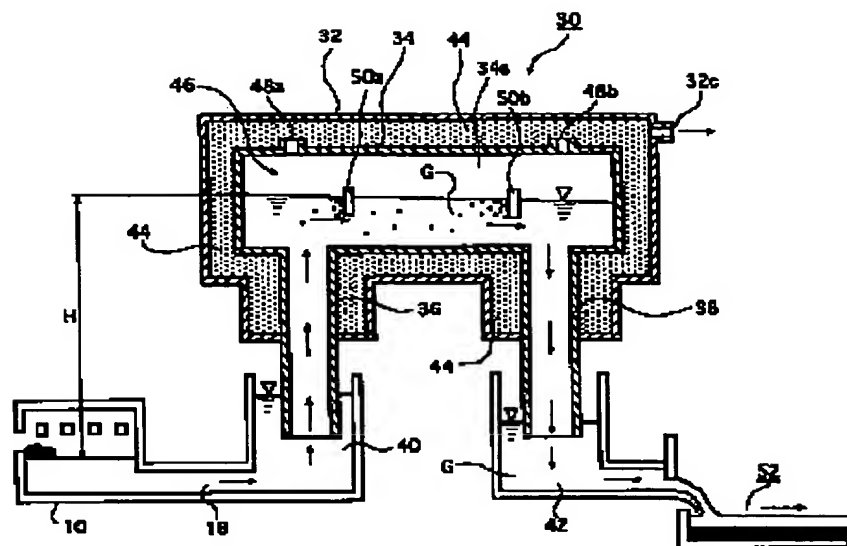
- 10 溶解炉
- 12 燃焼バーナー用ポート
- 14 バッチ投入口
- 16 原料山
- 18 スロート

- 20 溶解槽
- 22 天井
- 30 減圧脱泡装置
- 32 減圧ハウジング
- 32c 吸引口
- 34 減圧脱泡槽
- 34s 上部空間
- 36 上昇管
- 38 下降管
- 10 40 上流案内ピット
- 42 下流案内ピット
- 44 断熱材
- 46 流路
- 48a、48b 吸引口
- 50a、50b バリヤ
- 52 フロートバス
- 60 減圧脱泡試験機
- 62 白金るつぼ
- 64 真空ポンプ
- 20 66 マノメータ
- 68 リリースバルブ
- 70 減圧チャンバ
- 72 加熱ヒータ
- 74 加熱炉
- 75 石英ガラス窓
- 76 光源
- 78a、78b ミラー
- 80 CCDカメラ
- 82 ビデオレコーダ
- 30 84 ビデオプリンタ
- 86 コンピュータ
- B バッチ
- G 熔融ガラス

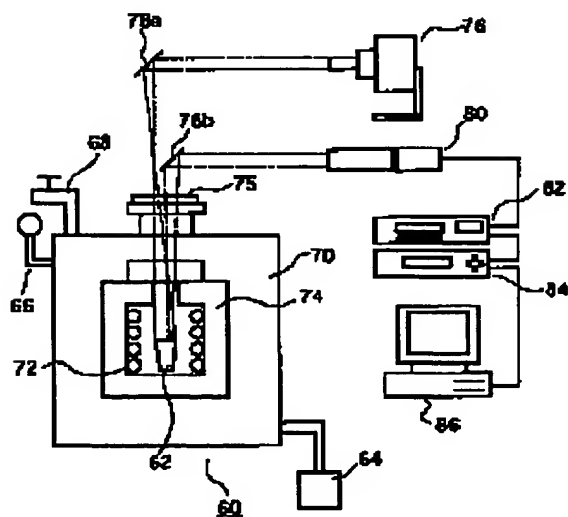
【図1】



【图 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 大林 浩治  
神奈川県横浜市鶴見区末広町 1 丁目 1 番地  
旭硝子株式会社京浜工場内

Fターム(参考) 4D011 AA16  
4G014 AF00